

ADICIONES DE MELAZA Y UREA EN ENSILAJES DE PASTO ELEFANTE PANAMA (*Pennisetum purpureum* PI 300-086)^[1]

Elizabeth De F. de Ruiloba*, Manuel E. Ruiz** y Manuel H. Ruiloba***

Se evaluó el efecto de la melaza y urea sobre las características fermentativas anaeróbicas del pasto Elefante Panamá, usando la técnica de microensilajes (bolsas al vacío). Se estudiaron cinco niveles de urea (0, 1.0, 2.5, 4.0 y 5.0%) y cinco niveles de melaza (0, 4, 8, 12 y 16%), en base al forraje fresco. El pasto se cosechó a una edad de 90 días y al momento de ensilarse contenía 30% de materia seca; a los 30 días se abrieron los silos. El pH del ensilaje sin aditivos fue de 4.9; la melaza tuvo un efecto positivo, aunque ligero, sobre el pH; en cambio, a medida que aumentó la concentración de urea se incrementó marcadamente el pH. El rango de pH varió desde 3.8 hasta 9.8; a pesar de los altos valores de pH en algunos silos, no se detectaron los olores indeseables que usualmente resultan, probablemente enmascarados por el fuerte olor a amoníaco. Los ensilajes que sólo contenían urea como aditivo presentaron un color verde brillante. La melaza no afectó la producción de N-NH₃; en cambio, éste aumentó linealmente al incrementarse la urea. La producción de ácidos orgánicos fue baja, con promedios de 1.09% para el ácido láctico, 2.84% para el ácido acético y 0.78% para el ácido butírico, todos en base seca. Ninguna de las variables afectó la producción de ácido acético. El efecto sobre la producción de los ácidos láctico y butírico fue similar: la melaza lo hizo en forma lineal y negativa y la urea en forma cuadrática y convexa. Se concluye que el ensilaje del pasto Elefante Panamá no requiere la adición de melaza ni urea para conservarse con características organolépticas excelentes, a pesar de la producción baja de ácido láctico.

Debido a las características agrostológicas del pasto King Grass o Elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI-300-086), en cuanto a la adaptación a suelos pobres, sensibilidad de respuesta a la fertilización e ingentes niveles de producción de biomasa, se ha considerado como un forraje estratégico para aliviar el problema alimenticio de la ganadería durante la época seca, principalmente en producción de leche.

Para el pasto Elefante Panamá, Pinzón y González (1978) han informado de respuestas significativas en producción de materia seca al aumentar la fertilización nitrogenada y la edad de corte. En trabajos realizados en Gualaca (Ruiloba, E. de, 1977, datos inéditos) se ha encontrado que el contenido proteico de este pasto disminuye al aumentar la edad de corte y, si ésta sobrepasa los 90 días, llega a ser inferior al 7% en base seca que Minson y Milford (1966) consideran como nivel crítico para el consumo voluntario. Con base en esta información se ha reco-

[1] Trabajo presentado en la 6a. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), La Habana, Cuba, 4-10 de diciembre, 1977.

* M.Sc., Nutricionista, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

** Ph.D., Nutricionista, Programa de Producción Animal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

*** M.Sc., Nutricionista, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

mendado una fertilización de 100 kg de N/ha/año, y una edad de cosecha no mayor de 90 días, lo que redonda en una producción de 35 a 45 Tm de forraje verde por hectárea (Ruiloba E. de, 1977, datos inéditos).

Los forrajes tropicales, en comparación con los de clima templado, presentan algunas características que afectan la calidad del ensilaje, como una densidad baja que interfiere con la exclusión de aire, un contenido bajo de materia seca que aumenta la actividad del agua y una pobreza en carbohidratos solubles que limita la producción de ácido láctico (Catchpoole y Henzell, 1971).

Se ha demostrado que en los ensilajes tropicales la acidez es regulada por la concentración de ácido acético (Catchpoole y Henzell, 1971). Con *Pennisetum purpureum*, se ha observado que durante los primeros 30 días de ensilaje predomina una fermentación láctica, pero posteriormente ocurren fermentaciones secundarias que aumentan la concentración de ácido acético (Aguilera, 1975).

Aparentemente, la adición de melaza a los forrajes tropicales mejora las características fermentativas del ensilaje. Así, se ha encontrado que este aditivo disminuye las pérdidas de nutrientes digestibles totales, favorece la producción de ácido láctico y disminuye la de ácido acético (Benacchio, 1965; Catchpoole, 1966). Se razona que, en vista de su bajo contenido de carbohidratos solubles, los pastos tropicales requieren niveles de melaza superiores a los recomendados para pastos de regiones templadas a fin de lograr una fermentación anaeróbica adecuada (Catchpoole y Henzell, 1971). Sin embargo, Moreno (1977) y Lara y Ruíz (1978) indican que la adición de melaza tiene efectos fermentativos contraproducentes tanto en el ensilaje del pasto Elefante Panamá como en el de la caña de azúcar.

Otro de los aditivos utilizados para mejorar la calidad de los ensilajes tropicales es la urea; sin embargo, se ha informado que niveles superiores al 1% del peso del material fresco, parece tener efectos negativos, principalmente en la gustosidad del forraje (Mejía y Pineda, 1973). Con niveles inferiores al 1% de urea se evitan pérdidas de materia seca (Woodward y Shepherd, 1944) y se incrementa la producción de ácido láctico y ácidos volátiles (Shirley y col., 1972; Phipps y Fulford, 1977).

En algunos pastos tropicales existe información referente a la adición de melaza y urea para el ensilaje (Catchpoole, 1966; Medling, 1972; Mejía y Pineda, 1973; Moreno, 1977; Lara y Ruíz, 1978); con respecto al pasto Elefante Panamá, solamente se han hecho algunas pruebas de campo con productores, cuyos resultados no se han publicado. Por consiguiente, se consideró de interés básico el evaluar los efectos de diversas adiciones de melaza y urea sobre las características de ensilajes de pasto Elefante Panamá con el propósito de establecer algunas pautas para evaluaciones posteriores.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó durante el invierno de 1976, en el Centro Experimental del IDIAP ubicado en Gualaca. Se utilizó una parcela de pasto Elefante Panamá, con una edad de establecimiento de tres años, la cual se fertilizó con nitrato de amonio a razón de 100 kg de N/ha/año. El pasto se cosechó a una edad de 90 días después del último corte, cosechándose el material a ras del suelo. El picado se hizo con una máquina que produjo partículas de 2 cm de tamaño en promedio. Se utilizó un diseño irrestricto al azar con un arreglo factorial incompleto de tratamientos resultantes de la combinación de cinco niveles de melaza (0, 4, 8, 12 y 16% en base al peso fresco del forraje) y cinco niveles de urea (0, 1.0, 2.5, 4.0 y 5.0% en base al peso fresco). El número total de tratamientos fue de 13 con dos repeticiones cada uno.

La urea se disolvió en agua y, en los tratamientos que incluían melaza, se mezcló con ésta antes de añadirla al forraje. La mezcla de los aditivos con el forraje se hizo manualmente hasta lograr una distribución homogénea. Los silos fueron de tipo de laboratorio consistiendo de bolsas dobles de polietileno, en cada una de las cuales se colocaron 9.1 kg de material a

ensilar. El aire se extrajo en forma mecánica por compactación; luego las bolsas se cerraron herméticamente mediante ataduras con cordel. Cada bolsa se introdujo en otro saco de plástico y se almacenaron durante 30 días a temperatura ambiental.

Para los análisis organolépticos y químicos se tomaron muestras de la parte central del silo. Las determinaciones de pH, materia seca y proteína cruda se realizaron utilizando los métodos de la AOAC (1970). La extracción del jugo del ensilaje se hizo por presión del material; una parte fue estabilizada con $HgCl_2$ al 0.25%, para determinar $N-NH_3$ por el método de titulación con formaldehído (AOAC, 1970); la otra parte se estabilizó con tolueno para las determinaciones de los ácidos láctico, acético y butírico por cromatografía de gas. Los análisis estadísticos fueron de regresión seleccionando modelos matemáticos de mejor ajuste y explicación de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los tratamientos con niveles altos de urea presentaron un olor a amoníaco y aquellos que no contenían melaza, pero sí urea, resultaron con un color verde intenso. Los otros tratamientos presentaron olores y colores indicativos de una actividad fermentativa.

El pH varió entre 3.8 y 9.8. La melaza presentó un efecto acidificante y la urea un efecto alcalinizante (Figura 1).

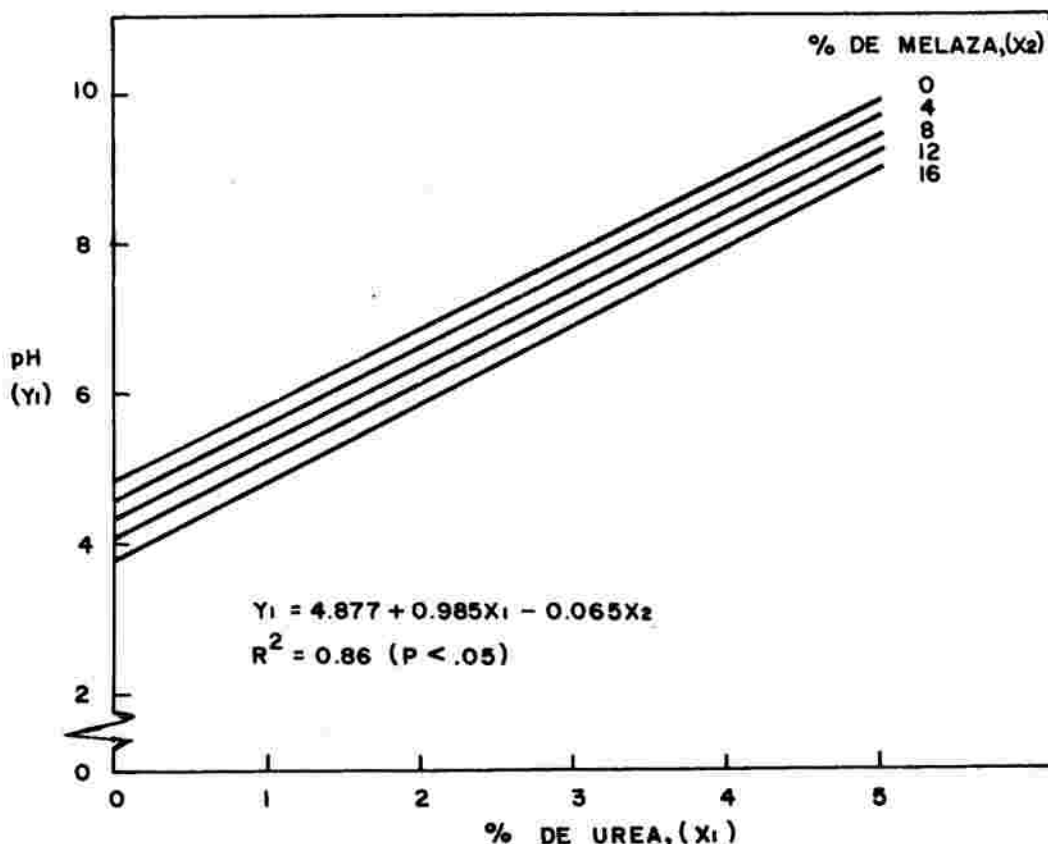


FIGURA 1. VALORES DE pH DE ENSILAJE DE PASTO ELEFANTE PANAMA (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) EN FUNCION DEL NIVEL AÑADIDO DE UREA Y MELAZA.

El efecto de la melaza está asociado con el aporte de azúcares simples, cuya rápida fermentación favorece la producción de los ácidos orgánicos típicos de los ensilajes (Catchpole y Henzell, 1971).

En el caso de la urea, el efecto se debe a su hidrólisis a amoníaco que, en solución acuosa, forma los iones amonio e hidróxido. Estos efectos se han informado en otros forrajes tropicales como caña de azúcar (Lara y Ruiz, 1978) y en trabajos similares con pasto Elefante Panamá (Moreno, 1977). De la Figura 1 es obvio que el efecto sobre el pH por parte de la urea es dominante en comparación con el efecto de la melaza, por cada incremento en el porcentaje del aditivo.

El contenido promedio de la materia seca del forraje ensilado fue de 19.3 por ciento; con respecto al material al momento de ensilar, la concentración de materia seca disminuyó en un 35.7 por ciento. Las razones para esta reducción en la concentración de materia seca son en primera instancia, la fermentación de la materia, reduciendo así parte de este componente y formando compuestos volátiles y calor y, segundo, que la técnica usada no permitió un drenaje de la parte líquida de los ensilajes. Las variables estudiadas no presentaron efectos significativos sobre los cambios en la concentración de materia seca.

La proteína cruda del material ensilado aumentó, lógicamente, al incrementarse el nivel de urea añadida (Figura 2). La melaza produjo un efecto negativo sobre este parámetro, lo que se debe, en parte, a un efecto diluyente por su bajo contenido de proteína cruda con respecto al forraje ensilado.

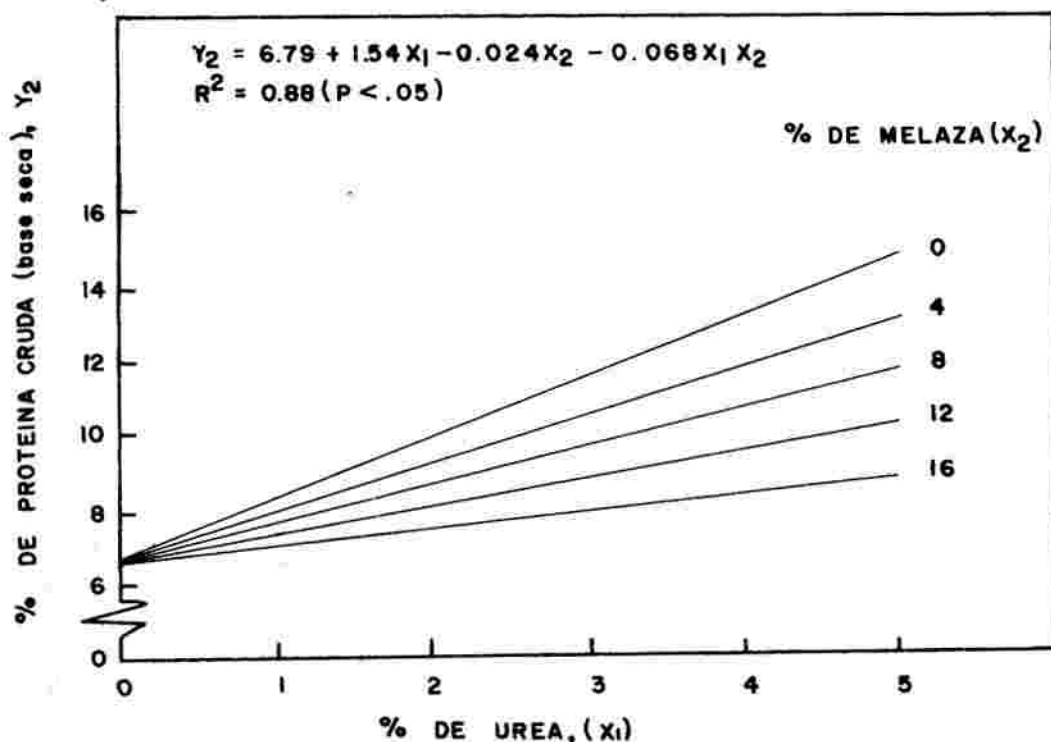


FIGURA 2. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA (N X 6.25) DEL ENSILAJE DE PASTO ELEFANTE PANAMA (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) RESULTANTE DE LA ADICIÓN DE UREA (X_1) Y DE MELAZA (X_2).

Durante el proceso de ensilaje hubo pérdidas de proteína cruda (Figura 3). Estas pérdidas debieron ocurrir principalmente por volatilización del N de la urea (Lara y Ruiz, 1978). Según la Figura 3, las pérdidas de N aumentaron a medida que aumentó el nivel de urea añadido, de tal modo, que el incremento en la proteína cruda del ensilaje tiende a ser constante, especialmente cuando se añade melaza.

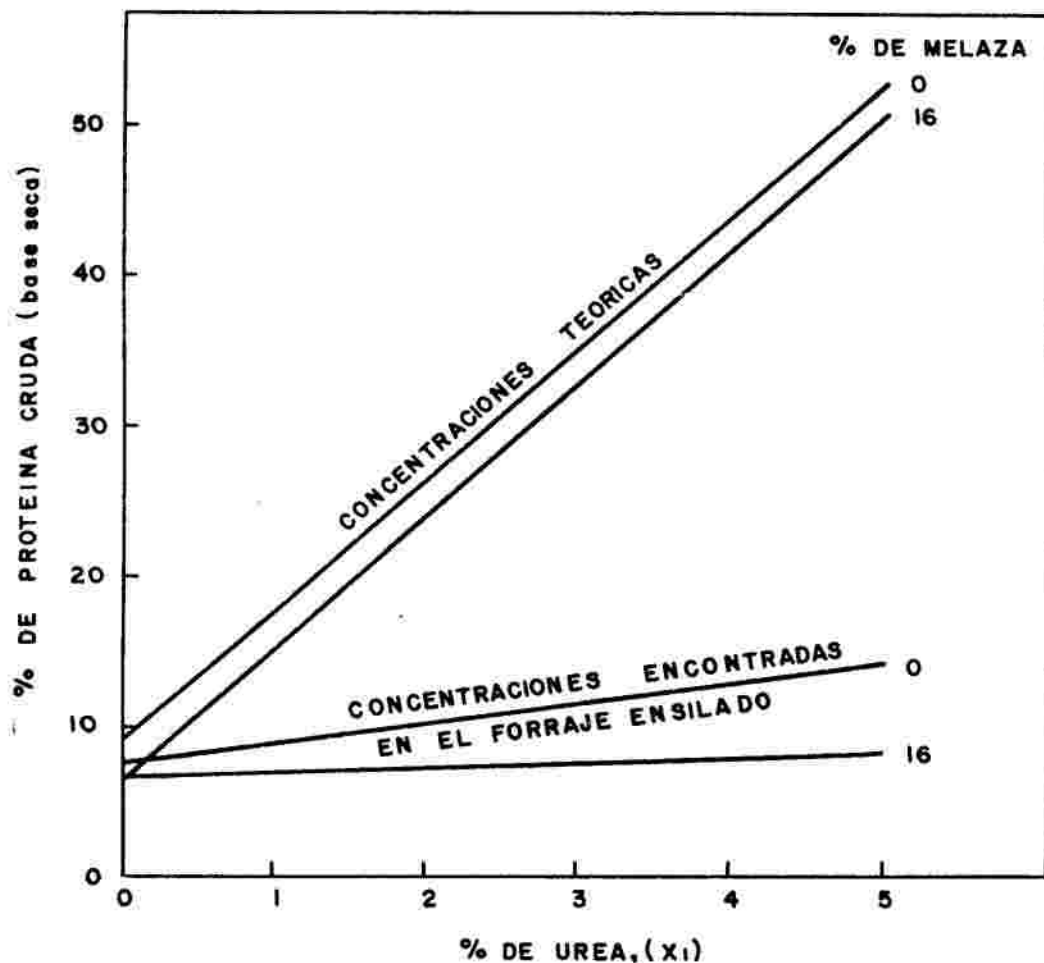


FIGURA 3. COMPARACION ENTRE LA CONCENTRACION DE PROTEINA CRUDA ENCONTRADA Y LA TEORICA ESPERADA EN UN ENSILAJE DE PASTO ELEFANTE PANAMA, EN FUNCION DE LA CANTIDAD DE UREA AÑADIDA SIN O CON 16% DE MELAZA.

Se obtuvieron niveles de $N-NH_3$ entre 0.13 y 0.30%, en base seca, los cuales son superiores a los informados por Moreno (1977) para este forraje. Sin aditivos se obtuvo un nivel de 0.14%, el cual está dentro de los niveles estándares para ensilajes de zonas templadas (Catchpoole y Henzell, 1971). La melaza no tuvo efecto sobre este parámetro; en cambio, la urea produjo un efecto lineal (Figura 4). Estos resultados corroboran lo encontrado por Moreno (1977) y es evidencia de que en ensilajes donde se haya añadido urea, el nitrógeno amoniacal deja de ser un parámetro evaluativo de fermentaciones indeseables ya que este producto se libera al medio en forma masiva dependiendo de la magnitud de la adición de urea.

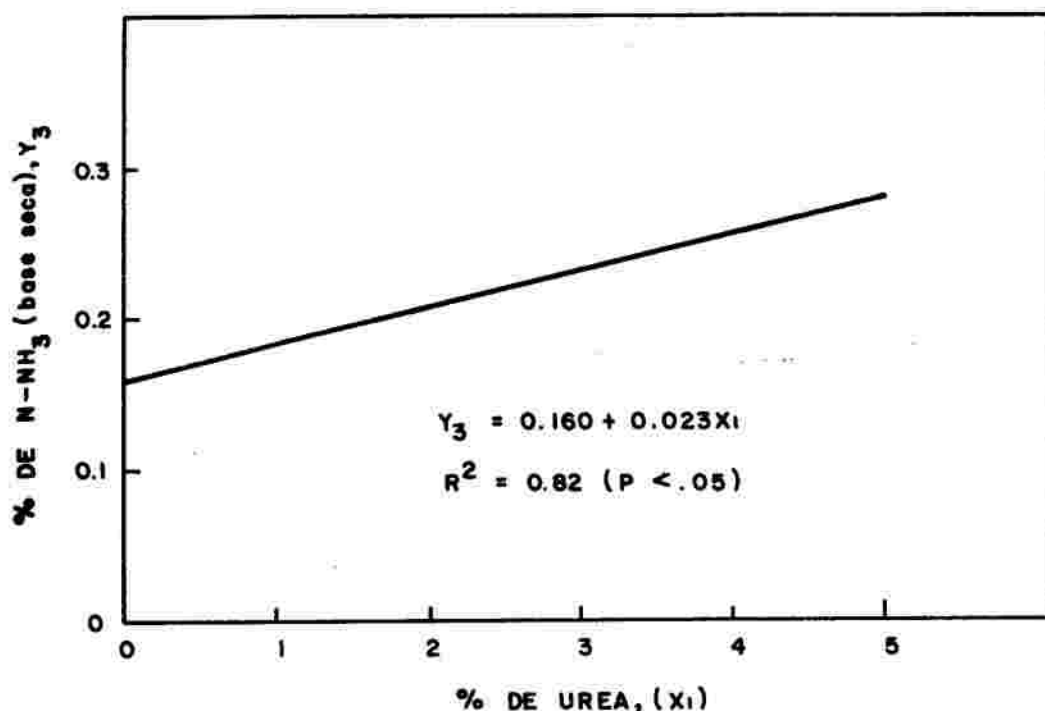


FIGURA 4. EFECTO DE LA ADICION DE UREA (X_1) SOBRE LA PRODUCCION DE $N-NH_3$ DEL ENSILAJE DE PASTO ELEFANTE PANAMA.

La producción de ácido láctico fue baja, con un promedio de 1.09% en base seca; estos niveles se han observado en otros forrajes tropicales (Catchpoole y Henzell, 1971; Alvarez y Preston, 1976; Lara y Ruiz, 1978). Al aumentar el nivel de melaza se incrementó linealmente la producción de ácido láctico (Figura 5); este efecto está relacionado con el aporte de azúcares simples ya que se han obtenido altas correlaciones entre la disponibilidad de este tipo de carbohidratos y la producción de ácido láctico (Aguilera, 1975). Aunque la melaza influyó positivamente sobre la producción de ácido láctico, la magnitud de su efecto no es comparable con la obtenida en otros forrajes tropicales, con los cuales se lograron niveles de 6 a 9%, al adicionar un 8% de melaza en base al peso del forraje fresco (Catchpoole y Henzell, 1971).

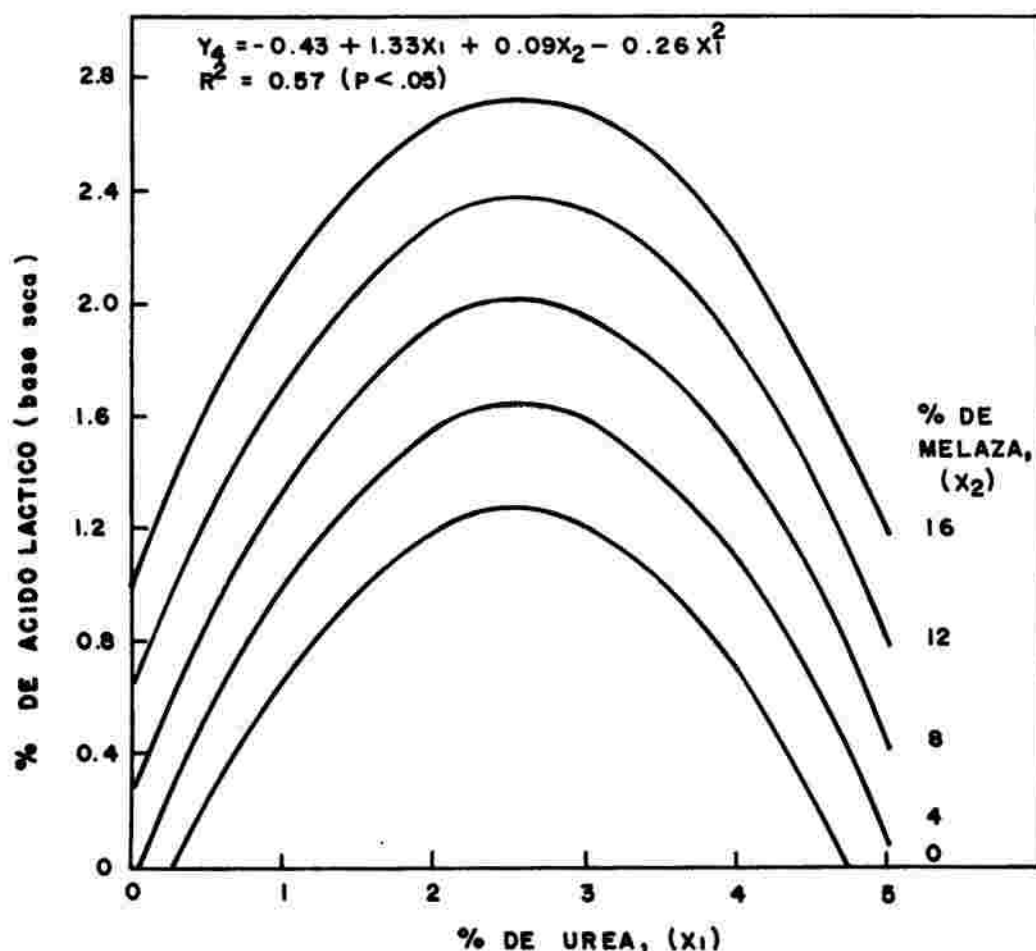


FIGURA 5. CONTENIDO DE ACIDO LACTICO DEL ENSILAJE DE PASTO ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) SEGUN EL NIVEL DE UREA (X_1) Y MELAZA (X_2).

El efecto de la urea sobre la producción de ácido láctico fue curvilíneo (Figura 5) con una producción óptima a un nivel de 2.55% de urea, independientemente del nivel de melaza. El efecto positivo de la urea sobre el ácido láctico ha sido informado por otros autores (Colenbrander y col., 1971; Phipps y Fulford, 1977; Lara y Ruiz, 1978) y puede deberse a un efecto estimulante del nitrógeno sobre la actividad bacteriana al impedir que la acidez del medio alcance niveles que paralizan la actividad fermentativa. A niveles más altos de urea la producción de ácido láctico es afectada negativamente, probablemente debido a una inhibición de los microorganismos por medio alcalino y por mayor presión osmótica. En este aspecto, los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los de Moreno (1977) para este mismo forraje.

La producción promedio de ácido acético fue de 2.84%, superior a la del ácido láctico y claramente muy superior al límite de 0.5% que Ventura (1980) señala, en un trabajo de revisión, como concentración tolerable en un ensilaje de buena calidad. La melaza no afectó la concentración de ácido acético; en contraste, la urea tendió a variar en forma cuadrática el nivel

de este ácido, aunque dichos cambios tampoco fueron significativos. Considerando el alto nivel de ácido acético, es probable que la acidez de los ensilajes de pasto Elefante Panamá esté dictada por los cambios en este ácido, según lo sugerido por Catchpoole y Henzell (1971) y Aguilera (1975) para pastos tropicales.

La producción promedio de ácido butírico fue de 0.78%, en base seca, por encima del nivel deseable de 0.3% o menos, según Ventura (1980). Los cambios en la concentración de ácido butírico se muestran en la Figura 6 y resalta la similaridad de tendencias con las encontradas para el ácido láctico (Figura 5). Tal paralelismo puede ser el resultado de una interconversión entre el ácido láctico y el ácido butírico, favoreciendo en forma neta la formación del ácido butírico. Barnett (1957) indica que es de esperar la formación de ácido butírico a partir de la descarboxilación del ácido láctico, si es que el pH del medio no alcanza rápidamente el nivel bajo que es necesario para la inhibición de la actividad bacteriana.

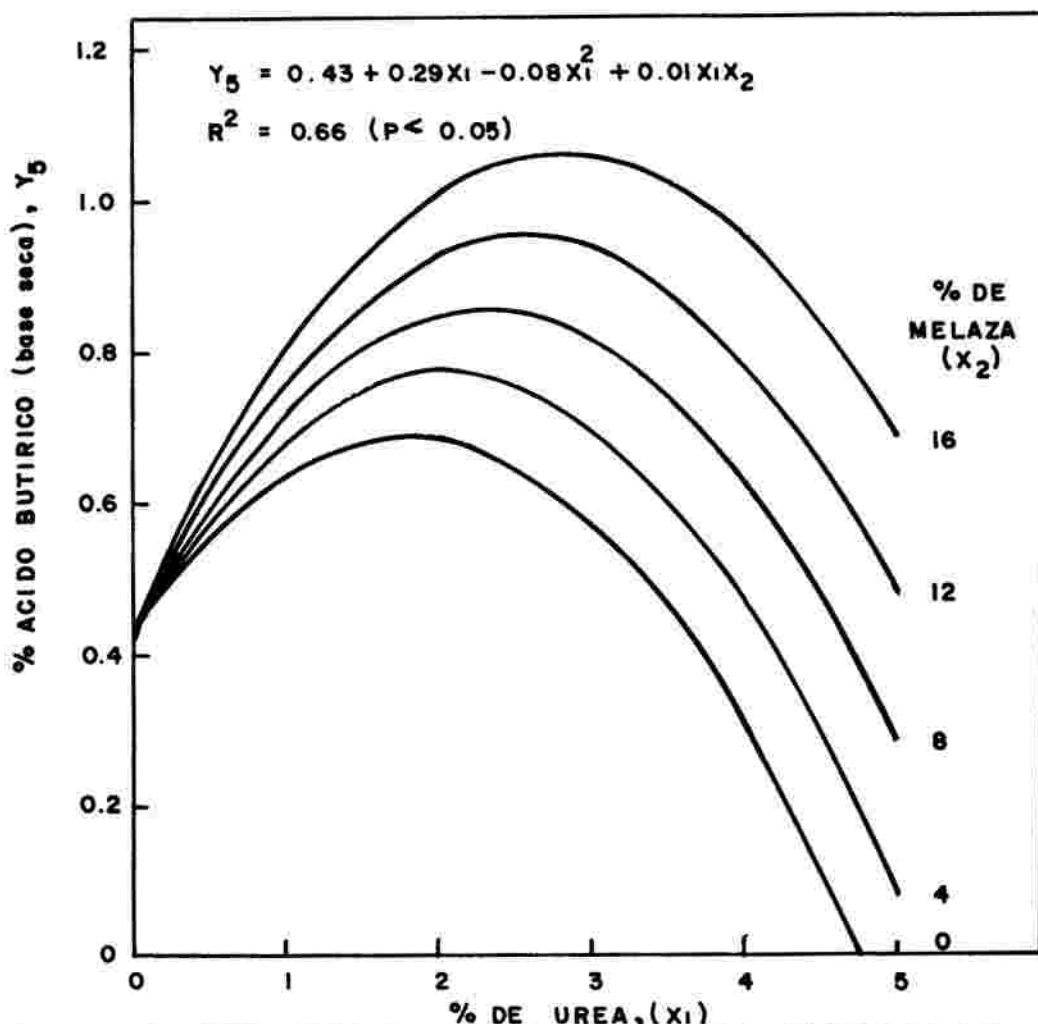


FIGURA 6. CONTENIDO DE ACIDO BUTIRICO DEL ENSILAJE DE PASTO ELEFANTE PANAMA (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) SEGUN EL NIVEL DE UREA (X_1) Y MELAZA (X_2)

CONCLUSIONES

1. El ensilaje de pasto Elefante Panamá, sin adiciones de melaza ni urea, presenta características cualitativas superiores a los ensilajes que contienen estos aditivos.
2. La adición de melaza reduce ligeramente el pH del ensilaje y aumenta su nivel de ácido láctico pero también aumenta el nivel de ácido butírico.
3. La adición de urea alcaliniza el ensilaje y, hasta un nivel de 2.55%, aumenta el nivel de ácido láctico pero también el de ácido butírico lo que limitaría el consumo voluntario.
4. La mayor parte del N de la urea añadida al momento de ensilar se pierde por volatilización y no justifica su uso para enriquecer la concentración de proteína cruda del ensilaje.

ABSTRACT

The effects of molasses and urea upon anaerobic fermentation characteristics of the Panama Elephant grass were evaluated using the micro-silo technique. Five levels of urea (0, 1.0, 2.5, 4.0 and 5.0%) and five levels of molasses (0, 4, 8, 12 and 16%), on fresh basis, were studied. The forage was harvested 90 days after the last cut, which, when ensiled, contained 30% dry matter. The silos were opened after 30 days. The silages without additives had a pH of 4.9; molasses caused a lineal decrease in pH although this effect was very light and non-significant; in contrast, urea caused a marked increase in pH. The pH values ranged from 3.8 to 9.8; despite the high values in some of the silages, these did not show objectionable odors perhaps due to a masking effect of the strong ammonia smell. The silages with urea but without molasses had a bright green color. Molasses did not affect the N-NH₃ concentration which was directly affected by the level of urea. The production of organic acids was low, averaging 1.09% for lactic acid, 2.84% for acetic acid and 0.78% for butyric acid, on dry matter basis. Neither molasses nor urea had any effect on acetic acid concentration. The changes in both lactic and butyric acids were similar: a lineal decrease when molasses levels increased, and a convex response when the urea level was increased. It is concluded that the Panama Elephant grass need not be ensiled with molasses or urea in order to obtain a silage with acceptable characteristics, although low in lactic acid.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, G.R. Dinámica de la fermentación de ensilaje de hierbas tropicales. 1. Elefante candelaria (*P. purpureum*) sin aditivos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 9(2):235-243. 1975.
- ALVAREZ, F.J. y PRESTON, T.R. Amoníaco/miel y urea/miel como aditivos para caña de azúcar ensilada. Producción Animal Tropical 1(2):100-107. 1976.
- AOAC. Official methods of analysis. 11th ed. Washington, D.C. Association of Official Agricultural Chemists. 1970. 1,015 p.
- BARNETT, A.J.G. Fermentación del ensilado. Madrid, Aguilar. 1957. 208 p.
- BENACCHIO, S. Niveles de melaza en silo experimental de millo criollo (*Sorghum vulgare*). Agronomía Tropical 14(4):291-297. 1965.

- CATCHPOOLE, V.R. Laboratory ensilage of *Setaria sphacelata* (nandi) with molasses. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 6(20):76-81. 1966.
- y HENZELL, E.F. Silage and silage-making from tropical herbage species. Herbage Abstracts 41(3):213-221. 1971.
- COLENBRANDER, V.F.; MULLER, L.D.; WASSON, J.A. y CUNNINGHAM, M.D. Effects of added urea and ammonium polyphosphate to corn stover silages on animal performance. Journal of Animal Science 33(5):1091-1096. 1971.
- LARA, E. y RUIZ, M.E. Ensilaje de caña de azúcar con diferentes niveles de melaza y urea. Memoria de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal 13:125-126. 1978. (Compendio).
- MEDLING, P.C. Mejora de pastos y cultivos forrajeros, Panamá. Forrajes, conservación y manejo de pastos. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe Técnico No. 1. Roma, FAO, 1972. 77 p.
- MEJIA, C.E. y PINEDA, M.J. La adición de urea en el valor nutritivo de los ensilajes. 1. Variaciones en la proteína. Revista del Instituto Colombiano Agropecuario 8(1):1-13. 1973.
- MINSON, D.J. y MILFORD, R. The energy values and nutritive value indices of *Digitaria decumbens*, *Sorghum almum* and *Phaseolus atropurpureus*. Australian Journal of Agricultural Research 17(4):411-423. 1966.
- MORENO, A.H. Evaluación de ensilajes de pasto Panamá (*Saccharum sinense*) para la alimentación de vacas de doble propósito. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 98 p.
- PHIPPS, R.H. y FULFORD, R.J. The effect of an additive containing non-protein nitrogen on some fermentation characteristics of maize silage. Journal of the British Grassland Society 32(3):129-133. 1977.
- PINZON, B.R. y GONZALEZ, J. Evaluación del pasto Elefante-Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) bajo diferentes intervalos de corte y dosis de fertilización nitrogenada. Ciencia Agropecuaria 1:29-36. 1978.
- SHIRLEY, J.E.; BROWN, L.D.; TOMAN, F.R. y STROUBE, W.H. Influence of varying amounts of urea on the fermentation pattern and nutritive value of corn silage. Journal of Dairy Science 55(6):805-810. 1972.
- VENTURA, M. La conservación de forrajes en el trópico. In Técnicas modernas de producción animal en el trópico (H. Muñoz y C. León Velarde, eds.). EXPICA 80, Tegucigalpa, Honduras, 12-13 de mayo de 1980. 1980. p. 118-148.
- WOODWARD, T.E. y SHEPHERD, J.B. Corn silage made with the addition of urea and its feeding value. Journal of Dairy Science 27(8):648-649. 1944. (Compendio).